

Бачинський В.Д., Бачинський Ю.Д.<sup>1</sup>, Бубликов В.Б.<sup>1</sup>, Сиропоршнев Л.М.

(НТУУ «КПІ», <sup>1</sup>ФТІМС НАН України, м. Київ)

## ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ FeSiMg ЛІГАТУРАМИ З МІДІЮ І ВАНАДІЄМ НА ПАРАМЕТРИ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ

Модифікування є обов'язковою технологічною операцією отримання чавунів з кулястим або вермикулярним графітом. При модифікуванні цілеспрямовано змінюються хімічний склад, структура, фізико-хімічні властивості розплаву. Найбільш часто оброблення вихідного розплаву чавуну проводять відносно дешевими з економічної точки зору і доступними FeSiMg лігатурами. Лігатури, які містять окрім магнію підвищений вміст інших модифікувальних елементів, отримали назву комплексних.

Досліджено властивості високоміцного чавуну, модифікованого окремо трьома різними FeSiMg лігатурами методом внутрішньоформового модифікування (ВМ) (табл. 1).

Таблиця 1 – Хімічний склад досліджуваних FeSiMg лігатур

Лігатура	Масова частка елемента, %								
	Mg	Ca	PЗМ	Ba	V	Mn	Cu	Si	Fe
ФСМг7(ВМ)	7,8	1,5	0,75	–	–	–	–	60,0	решта
ФСМг9Вд5(ВМ)	9,1	1,5	0,68	2,0	4,0	4,0	–	51,0	решта
ФСМг9Д30(ВМ)	9,7	1,5	0,65	1,5	–	–	30,0	41,0	решта

Досліджували структуроутворення і механічні властивості виливків технологічної проби з високоміцного чавуну, модифікованого в ливарній формі комплексними магнієвмісними лігатурами в кількості 1,0% від маси розплаву. Виплавляння розплаву проводили в індукційній печі місткістю 12 кг.

В технології отримання високоміцного чавуну ефективність модифікування доцільно визначати за показником ступеню сфероїдизації графіту (ССГ) і відсутністю вибілу виливків. В результаті модифікування лігатурою з 30% міді у структурі ступеней товщиною 2,0 та 3,0 мм утворилося 40 та 20% цементиту відповідно. При модифікуванні лігатурою з 5% ванадію лише у структурі ступені товщиною 2,0 мм сформувався цементит у кількості 25%. Модифікування лігатурою ФСМг7 (ВМ) забезпечує отримання всіх ступеней без утворення структурно-вільного цементиту. Параметри структури ступеней, в яких наявний відбіл, надалі не вивчалися. Показник ССГ при модифікуванні знаходився на рівні 90...95% в усіх перерізах.

Модифікування лігатурою ФСМг7 (ВМ) забезпечує найбільш високий рівень графітизації і феритизації структури високоміцного чавуну в тонкостінних виливках. При модифікуванні лігатурою ФСМг7 (ВМ) в перерізі 2,0 мм сформувалася перліто-феритна металева основа з 48% фериту, а в структурі ступеней 3,0...12,0 мм – ферито-перлітна з 90...95% фериту. У структурі ступеней, кристалізація яких проходила без утворення цементиту, кількість фериту в металевій основі при модифікуванні лігатурою ФСМг9Вд5 (ВМ) склала 90...95%, а при модифікуванні лігатурою ФСМг9Д30 (ВМ), при збільшенні товщини перетину 6,5...12,0 мм кількість фериту збільшилася з 15% до 25%.

Дані про хімічний склад, структуру та механічні властивості високоміцного чавуну, отриманого методом модифікування розплаву в ливарних формах при виготовленні виливків з товщиною стінки 12 мм, наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Основні параметри високоміцного чавуну

Лігатура	Масова частка елемента, %						Структура металевої основи	Механічні властивості		
	C	Si	Mn	Mg	Cu	V		$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %
ФСМг7(ВМ)	3,86	2,73	0,39	0,039	–	–	П20 (Ф80)	541	396	12,7
ФСМг9Вд5(ВМ)	3,71	2,66	0,41	0,042	–	0,11	П40 (Ф60)	620	432	13,3
ФСМг9Д30(ВМ)	3,78	2,43	0,32	0,071	0,38	–	П70 (Ф30)	725	458	7,0

Таким чином, використання досліджених комплексних FeSiMg лігатур дозволяє підвищити механічні властивості виливків із високоміцного чавуну з товщиною стінки 12 мм без утворення відбілу.